

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021509 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01Q 1/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002613

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. August 2003 (04.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 39 303.6 27. August 2002 (27.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOSSIEK, Martin [DE/DE]; An der Renne 18, 31139 Hildesheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

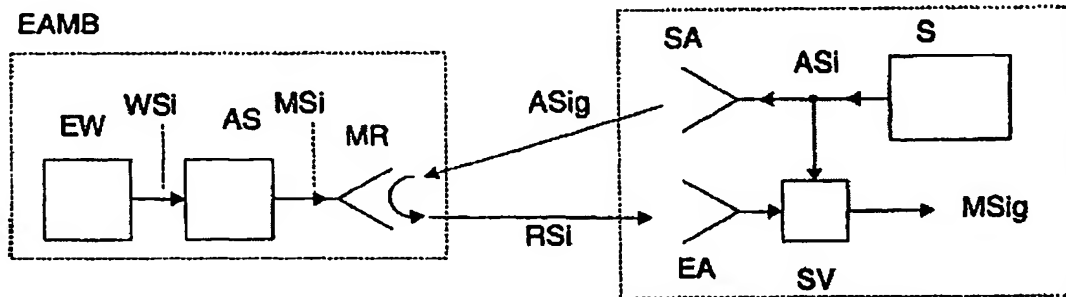
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: BACKSCATTER TRANSPONDER MODULATED IN AN ENERGETICALLY SELF-SUFFICIENT MANNER

(54) Bezeichnung: ENERGIEAUTARK MODULIERTER BACKSCATTER-TRANSPONDER



(57) Abstract: Disclosed is a device comprising a converter (EW) which converts ambient energy into an alternating quantity (WSig) and a reflector (MR) that can be modulated via the alternating quantity.

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung weist einen Wandler (EW) zum Wandeln von Umgebungsenergie in eine Wechselgröße (WSig) und einen Reflektor (MR) auf, der über die Wechselgröße modulierbar ist.

Beschreibung

ENERGIEAUTARK MODULIERTER BACKSCATTER-TRANSPONDER

- 5 Sensoren verfügen im Allgemeinen über einen elektrischen Kabelanschluss, durch den der Sensor mit der Energie versorgt und über den die Messwerte des Sensors elektrisch weitergeleitet werden. Das Kabel ist oft unerwünscht, da es Kosten durch Installation, Material und Wartung verursacht.
- 10 Weiterhin erschwert oder verhindert ein Kabel den Einsatz von Sensoren an rotierenden oder bewegten Teilen, unter harten Umgebungsbedingungen (Hitze, Explosionsgefahr, Hochspannung, im Vakuum usw.) und an schwer zugänglichen Stellen.
- 15 Eine Möglichkeit, das Kabel zur Übertragung der Sensordaten zu vermeiden, besteht darin, die Messdaten vom Ort der Messung zu einer entfernten Auswerteeinheit per Funk zu übertragen. Diese bisher bekannten Funksensoren haben jedoch einen wesentlichen Nachteil: Sie benötigen eine Batterie oder
- 20 ähnliche Energiequelle, die durch Anschaffung und insbesondere Wartung erhebliche Kosten verursacht. Der Einsatz bzw. die Lebensdauer von Batterien wird häufig auch durch die Umgebungsbedingungen (z.B. sehr hohe oder tiefe Temperaturen) limitiert.
- 25 Weiterhin ist z.B. aus M. Kossel, H.R. Benedickter, R. Peter, W. Bächtold: „MICROWAVE BACKSCATTER MODULATION SYSTEMS“, 2000 IEEE MTT-S International Microwave Symposium, Boston, MA, USA, 11-16 Juni 2000, Band 3, Seiten 1427-30 das Prinzip der
- 30 modulierten Rückstreuung zur Funkdatenübertragung unter den Namen Backscatter oder auch Backscatter-Transponder bekannt. Zugehörige Vorrichtungen werden etwa in EP 646983 A2, EP 712010 A1, EP 853245 A2, EP 899682 A2, US 20010000430 A1, US 6107910 A1, US 6236314 B1 und WO 1999008402 A1 beschrieben.
- 35 Darüber hinaus wird in DE 10025561 A1 ein energieautarker Hochfrequenzsender beschrieben, bei dem in einem

elektromechanischen Wandler mechanische Energie in elektrische Energie gewandelt, gleichgerichtet und unter Einwirkung einer Logikbaugruppe einer Hochfrequenzsendestufe zugeführt wird.

5

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen extrem kostengünstigen und leicht in großen Stückzahlen zu realisierenden, energieautarken Hochfrequenzsender zu entwickeln.

10

Diese Aufgabe wird durch die Erfindungen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Die Erfindung basiert auf zwei grundlegende Ideen. Die erste besteht in der Trennung der Erzeugung der Energie für die durch den energieautarken Hochfrequenzsender zu sendenden Information und der Erzeugung der Energie, die für den Sendevorgang selbst benötigt wird. Ausgehend von der
20 Erkenntnis, dass in Minimalfall nur die Energie für die zu sendende Information zu erzeugen ist, kann auf eine Energieerzeugung für den Sendevorgang selbst und die dafür notwendigen Bauteile verzichtet werden.

25 Dieser Erkenntnis folgen zahlreiche eingehende Überlegungen, wie eine minimale Bauteilekonfiguration für einen energieautarken Hochfrequenzsender aussehen kann. Diese Überlegungen gipfeln schließlich in der überraschenden Idee, eine durch einen Wandler erzeugte Wechselgröße direkt und
30 ohne Zwischenspeicherung zur Modulation des Signals des Hochfrequenzsenders zu nutzen. Dadurch kann auf die im Stand der Technik notwendigen Gleichrichtungsschaltungen oder Elemente mit nichtlinearer Kennlinie verzichtet werden, die üblicherweise notwendig sind, um ein Wechselenergie zu
35 akkumulieren. Demzufolge kann auch auf jegliche Elemente die zu einer Energiespeicherung notwendig wären verzichtet werden.

Wenn die Wechselgröße schließlich zur Modulation eines Reflektors verwendet wird, kann auf die Energieerzeugung für den Sendevorgang selbst verzichtet werden, indem die Energie
5 eines Abfragesignals ausgenutzt wird.

Dementsprechend weist die Vorrichtung einen Wandler zum Wandeln von Umgebungsenergie in eine Wechselgröße und einen Reflektor auf, der durch die Wechselgröße modulierbar
10 ist.

Zum Betreiben der Vorrichtung, die ihren Zustand oder Zustandsänderungen per Funk übermittelt, wird Umgebungsenergie aus der Umgebung des Wandlers als eine vor
15 Ort (also an dem Ort bzw. in direkter Nähe der Vorrichtung) verfügbare Energie verwendet. Bei dieser Energie kann es sich um thermische Energie, akustische Energie, mechanische oder elektrische bzw. elektromagnetische Energie handeln. Vorausgesetzt wird, dass es sich bei der verfügbaren Energie
20 bzw. der daraus abgeleiteten bzw. gewandelten Größe, die wie im Folgenden dargestellt zur Messung und/oder zur Funk-Datenübertragung einer Messgröße genutzt wird, um eine Wechselgröße handelt. Insbesondere ist die Wechselgröße eine Wechselspannung und/oder ein Wechselstrom.

Das erfindungsgemäße Prinzip zeichnet sich also dadurch aus, dass die aus der vor Ort verfügbaren Energie abgeleitete Wechselgröße dazu genutzt wird, einen Funkwellenreflektor in seinen Reflexionseigenschaften, insbesondere seinem
30 Reflexionsfaktor, zu modulieren.

Der Reflektor ist vorzugsweise ein Reflektor für ein elektromagnetisches Signal, insbesondere für ein Hochfrequenzsignal. Dieser Funkwellenreflektor ist aus der
35 Distanz von einer Basisstation mit einem Funksignal bestrahlbar. Dieses Funksignal liegt vorzugsweise im Frequenzbereich 100 kHz bis 100 GHz. Das von der Basisstation

gesendete Signal wird an dem Funkwellenreflektor reflektiert. Dazu weist die Vorrichtung vorzugsweise eine Antenne auf. Die Vorrichtung bildet damit einen energieautarken Backscatter-Transponder.

5

Da der Reflektor durch die besagte Wechselgröße in seinem Reflexionsfaktor moduliert wird, wird auf das am Funkwellenreflektor reflektierte Signal eine Modulation aufgeprägt. Die Basisstation empfängt das modulierte

10 Reflexionssignal des Sensors und wertet es aus. Durch die Modulation ist das reflektierte Signal von anderen festen Reflexionen, die z.B. an Gegenständen, die im Erfassungsbereich des Sensors stehen, hervorgerufen werden, sehr einfach zu unterscheiden.

15

Vorzugsweise ist die Vorrichtung eingerichtet, um eine Messgröße in Form einer zu messenden Sensorgröße zu messen.

20 Die Messgröße kann im einfachsten Fall die Wechselgröße also im Funksignal die Modulation selbst sein. Dann wandelt der Wandler die Umgebungsenergie in Abhängigkeit der Messgröße in die Wechselgröße, so dass die Messgröße über die Modulation des Reflektors messbar ist.

25 Alternativ oder zusätzlich kann in einer etwas komplizierteren Ausführung des Prinzips die Wechselgröße aber auch durch die Messgröße oder eine weitere Messgröße in charakteristischer Weise beeinflusst werden. Dazu weist die Vorrichtung Mittel auf, um die Wechselgröße in Abhängigkeit
30 einer Messgröße zu beeinflussen, so dass die Messgröße über die Modulation des Reflektors messbar ist. Diese Mittel sind insbesondere in oder an einer Zuleitung angeordnet, die die Wechselgröße dem Reflektor zuleitet. Geeignete Mittel sind z.B. zustandsabhängige passive Filter oder Dämpfungsglieder
35 bzw. zustandsabhängige Energiewandler die das Wechselsignal und somit die Modulation abhängig von der Messgröße charakteristisch beeinflussen bzw. vorgeben.

Die Energie zur Modulation der Rückstreuung zu einem sensorischen Zweck wird aus der Energie der Messgröße bzw. aus mit Veränderungen der Messgröße einhergehenden

5 Energieereignissen gewonnen und dadurch ein autarker fernauslesbarer Funksensor gebildet. Das Sende- und Empfangsteil der Basisstation und die verwendeten Signale können im Prinzip identisch zu üblichen Backscattersystemen ausgeführt sein.

10

Ein erfindungsgemäßes Verfahren ergibt sich analog zur Vorrichtung. Dies gilt auch für seine bevorzugten Weiterbildungen.

15 Weitere wesentliche Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren. Dabei zeigt:

20 Figur 1 den Grundaufbau eines energieautark modulierten Backscatter-Transponders und energieautark fernabfragbaren Funksensors,

25 Figur 2a eine mögliche Ausführung eines energieautark modulierten Backscatter-Transponders in Form eines energieautark fernabfragbaren Körperschallsensors,

30 Figur 2b eine konkrete schaltungstechnische Lösung für den energieautark modulierten Backscatter-Transponder aus Figur 2a,

35 Figur 3 eine mögliche Applikation des energieautark fernabfragbarer Körperschallsensors aus Figur 2a,

Figur 4 eine mögliche Ausführung eines energieautark modulierten Backscatter-Transponders als Temperatursensor,

Figur 5 eine Ausführungsform mit zwei Pfaden.

Figur 1 zeigt den Grundaufbau des energieautark modulierten Backscatter-Transponders und energieautark fernabfragbaren Funksensors. Der energieautark modulierter Backscatter-Transponder EAMBT umfasst zumindest folgende Komponenten. Mit dem Energiewandler EW wird eine verfügbare Umgebungsenergie in Form einer Energiewechselgröße in eine elektrische Wechselgröße bzw. ein Wechselsignal WSig gewandelt.

Optional wird dieses Wechselsignal noch mit einer Anpassschaltung derart angepasst, dass es als resultierendes Modulationssignal MSig besonders gut zur Modulation des modulierbaren Reflektors MR geeignet ist. Die ursprüngliche Wechselgröße in Form eines Wechselsignals wird in diesem Fall also in eine abgeleitete Wechselgröße in Form eines Modulationssignals gewandelt.

Insbesondere kann es günstig sein, wenn diese Anpassschaltung einen Transformator umfasst. Der Modulierbare Reflektor kann z.B. eine Antenne sein, deren Anpassung an ihrem Ein- bzw. Ausgang mit dem Modulationssignal MSig variiert wird. Abhängig von ihrer Anpassung reflektiert die Antenne ein Funksignal, das sie empfängt, mehr oder weniger stark (Amplitudenmodulation) oder reflektiert es mit einem mehr oder weniger großen Phasenversatz (Phasenmodulation) oder reflektiert abhängig vom Modulationssignal MSig bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich stark (Frequenzmodulation). Dieser Effekt der modulierten Reflektion wird in der weitergehenden Ausführung dazu genutzt, den Backscatter-Transponder EAMBT per Funk aus der Ferne mit einer Basisstation BS abzufragen.

Die Basisstation beinhaltet hierzu zumindest eine Signalquelle S, mit der das Abfragesignal ASig erzeugt und über eine Sendeantenne als Funksignal ASig' in Richtung des Backscatter-Transponders EAMBT abgestrahlt wird. Am

Backscatter-Transponder EAMBT wird dieses Signal moduliert reflektiert. Das so reflektierte Funksignal R_{Sig} wird über eine Empfangsantenne empfangen und mit einem Signalvergleicher SV mit dem gesendeten Abfragesignal A_{Sig} verglichen. Abgesehen von einer kleinen Laufzeitverzögerung aufgrund der Strecke von der Basisstation zum Backscatter-Transponder EAMBT und zurück und ggf. aufgeprägten Störsignalen unterscheiden sich Abfragesignal A_{Sig} und reflektiertes Funksignal R_{Sig} lediglich durch die Modulation, die dem reflektierten Funksignal R_{Sig} durch den Backscatter-Transponder EAMBT aufgeprägt wurde. Durch den Vergleich von Abfragesignal A_{Sig} und reflektiertem Funksignal R_{Sig} kann somit direkt ein Abbild M_{Sig} von dem Modulationssignal M_{Sig} in der Basisstation gebildet werden und somit die zur Messgröße gehörende Energiewechselgröße energieautark aus der Ferne per Funk gemessen werden.

Ausgestaltet und angewendet werden können der erfindungsgemäße energieautark modulierte Backscatter-Transponder und energieautark fernabfragbare Funksensor in vielfältiger Form.

Figur 2a zeigt eine einfache Ausführung als energieautarker, fernabfragbarer Körperschallsensor. Bei dem Energiewandler handelt es hier um einen Schallwandler, vorzugsweise einen piezoelektrischen Schall- oder Ultraschallwandler. Empfängt dieser ein akustisches Signal A_{kSig}, so wandelt er es in ein elektrisches Signal. Dieses elektrische Modulationssignal M_{Sig} = A_{kSig}, das im Folgenden zur Modulation des modulierbaren Reflektors verwendet wird, ist im Prinzip ein Abbild des akustischen Signals. Der modulierbare Reflektor umfasst vorzugsweise einen Feldeffekttransistor mit dem die Anpassung seiner Antenne, wie oben schon angedeutet, variiert wird. Vorzugsweise werden hierzu jene Typen von Feldeffekttransistoren verwendet, die sich auch um den Arbeitspunkt 0V, d.h. ohne zusätzliche Vorspannung, modulieren lassen. In Figur 2b ist eine einfache

beispielhafte Ausführung dargestellt. Durch die Spannung, die der Piezo-Schallwandler SW erzeugt, wird das Gate des Feldeffekttransistors und somit der Leitwert der Drain-Source Strecke moduliert. Die Kondensatoren C2 und C3 dienen zur Anpassung der Antenne A. Die Schaltung verdeutlicht einen maßgeblichen Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung, nämlich deren besonders einfache und preiswerte Umsetzbarkeit.

Als für die vorliegende Schaltung geeignete Feldeffekttransistor-Typen wären z.B. die Typen SST310 von Vishay oder etwa MGF4953A von Mitsubishi zu nennen.

Neben Feldeffekttransistoren sind natürlich auch alle anderen Bauelemente geeignet, die ihren bzw. einen Leitwert bzw. die Reflexions- bzw. Übertragungsfunktion abhängig von einer angelegten Spannung ändern. Geeignet wären z.B. Transistoren, Dioden, Varaktoren, steuerbare Dielektrika, mikromechanische Schalter oder Phasenschieber (MEMs) usw.

Die Basisstation BS enthält einen Festfrequenzoszillator OSZ, der das Abfragesignal ASig erzeugt. Das Abfragesignal wird über die in dieser Ausführung kombinierte Sende-Empfangsantenne SEA abgestrahlt. Die Sende-Empfangsantenne SEA dient ebenso zum Empfang des moduliert reflektierten Signals RSig. Der Richtkoppler RK dient zur Trennung von Sende- und Empfangssignal. Der schon für Figur 1 beschriebene Signalvergleich erfolgt hier durch einen Mischer, d.h. das Sendesignal ASig wird mit dem reflektierten Signal RSig gemischt und vorzugsweise anschließend mit einem Filter FLT gefiltert. Das Filter FLT wird vorzugsweise als Bandpass oder Tiefpass ausgeführt. Die Grenzfrequenzen von FLT sind vorzugsweise so zu wählen, dass sie den Grenzen des interessierenden Frequenzbereichs des akustischen Signals ASig bzw. denen vom Modulationssignal MSig entsprechen. Durch die dargestellte Mischeranordnung wird die Modulation, d.h. im Prinzip das Modulationssignal MSig vom Träger, d.h. im Prinzip ASig getrennt. Am Ausgang des Filters FLT kann man

daher ein Abbild $AkSig''$ von $AkSig'$ bzw. $AkSig$ abgreifen und darstellen bzw. weiterverarbeiten.

Bei der hier dargestellten Ausführung der Basisstation

5 handelt es sich in den Grundzügen um ein übliches
Dauerstrich- oder Doppler-Radar. Alle bekannten Ausführungen
solcher Systeme können somit direkt auf die erfindungsgemäße
Lösung übertragen werden. Auch die Möglichkeit, den
Reflexionsfaktor bzw. die Anpassung einer Antenne über einen
10 Feldeffekttransistor zu modulieren, sind in vielfältiger Form
Stand der Technik. Bekannte Schaltungen sind daher leicht auf
die erfindungsgemäße Lösung zu übertragen. Konkretere
Ausführungen, werden daher von diesen Komponenten hier nicht
mehr vorgestellt, da sie dem Experten ohnehin bekannt sind
15 bzw. in der einschlägigen Literatur nachzulesen sind.
Der dargestellte energieautarke fernabfragbare
Körperschallsensor ist beispielsweise, wie in Figur 3 gezeigt
wird, zur Messung und Überwachung von Körperschall- und
Schwingungsvorgängen an rotierenden Teilen geeignet.

20 Bauelemente, die ebenfalls gut mit einem EAMBT überwacht
werden könnten, sind etwa Elemente von Fahrzeugen, Antrieben
und Maschinen wie Räder, Achsen, Federungselemente, Lager,
Elemente der Lager wie Wälzkörper oder Lagerringe, Lüftungs-
25 und Turbinenschaufeln, Kolben, Zahnräder, Riemen usw.

Besonders hingewiesen sei an dieser Stellen, dass es bei
einer komplizierteren Ausführung der Basisstation auch
möglich ist, die Entfernung zu einem Backscatter-Transponder
30 mit modulierter Reflektion zu bestimmen. Ausführungsformen,
die auf einen energieautark modulierten Backscatter-
Transponder EAMBT übertragbar sind, finden sich in M.
Vossiek, R. Roskosch, und P. Heide: "Precise 3-D Object
Position Tracking using FMCW Radar", 29th European Microwave
35 Conference, München, Deutschland, 1999, und in den Dokumenten
DE 19957536 A1, DE 19957557 A1 und insbesondere in DE
19946161 A1.

- Alternativ zu dem dargestellten Schallsensor, können natürlich auch andere Wandlerprinzipien in der ansonsten gleichen Anordnung eingesetzt werden, um andere Größen zu messen. Geeignet wären z.B. pyroelektrische Wandler, photoelektrische Wandler, piezoelektrisch Druck- oder Biegewandler oder auch gängige Generatorprinzipien mit Magnet und Spule.
- Als Abfragesignal der Basisstation werden vorzugsweise die Frequenzen verwendet, wie sie auch sonst bei Transpondersystemen günstig und üblich sind, also z.B. 125 kHz, 250 kHz, 13.7 MHz, 433 MHz, 869 MHz, 2.45 GHz oder 5.8 GHz. Günstig ist es, dass die Frequenz des Abfragesignals deutlich größer - z.B. um den Faktor 10 - als die Frequenz der Wechselgröße W_{Sig} gewählt wird, da dann in der Basisstation der Träger, also das Abfragesignal, mit einfachen Mitteln von der Modulation, also W_{Sig}, getrennt werden kann.
- Basierend auf den bisherigen Ausführungen können aber auch noch sehr viel weitergehende Sensor- und Identifikationssysteme realisiert werden. Die Grundidee hierbei besteht darin, dass das durch den Wandler erzeugte Wechselsignal nun nicht mehr direkt selbst die ausschließliche Sensorinformation beinhaltet, sondern dass dieses Signal durch einen weiteren Effekt bzw. eine weitere Messgröße in seiner Beschaffenheit charakteristisch verändert wird und aus der Größe der Veränderung in der Basisstation die Messgröße abgeleitet werden kann. Die charakteristische Veränderung könnte natürlich auch im Sinne einer Kodierung bewusst und definiert veranlasst sein mit dem Ziel, Objekte identifizieren zu können.
- Die Grundidee der weiterführenden Ausgestaltung wird anhand der einfachen Ausführung in Figur 4 dargestellt. Im Prinzip handelt es sich um dieselbe Ausgestaltung wie in Figur 2. Der

Unterschied besteht darin, dass die elektrische Wechselgröße AkSig' nun nicht direkt zur Modulation des modulierbaren Reflektors MR verwendet wird, sondern zuvor z.B. durch ein temperaturabhängiges Bandpassfilter TBPF charakteristisch abhängig von der Temperatur gefiltert wird. Die Verstimmung des Filters kann leicht durch temperaturabhängige Widerstände oder Ähnliches realisiert werden.

Angenommen die Frequenzen des akustischen Signals sind über einen längeren Beobachtungszeitraum über dem Verstimmungsbereich von TBPF nahezu gleich verteilt bzw. die Verteilung ist in etwa bekannt, so ist die spektrale Leistungsdichteverteilung bzw. daraus abgeleitete Größen wie z.B. der Schwerpunkt oder das Maximum des Spektrums von AkSig'' ein direktes Maß für die Temperatur. Beispielsweise durch eine Fouriertransformation von AkSig'' in einer Auswerteeinheit AE könnten diese Werte leicht abgeleitet werden.

Neben einer Filterung sind natürlich auch noch andere durch Messgrößen bedingte Beeinflussungen der Wechselgröße WSig zur Kodierung der Messgröße denkbar. Geeignet wären z.B. Laufzeitglieder, Phasenschieber, Dämpfungsglieder. Bei Verwendung von Filtern sind Resonatorfilter mit Bandpass- oder Bandsperrecharakteristik besonders geeignet, da zum einen ihr Einfluss auf die Signaleigenschaften mit einfachen Mitteln auszuwerten ist und sie zum anderen einfach realisiert werden können. Ebenso denkbar wäre es, dass der Wandler selbst durch eine physikalische oder chemische Größe in seinen Wandlungseigenschaften charakteristisch verändert wird, also dass z.B. die Frequenz eines Schallwandlers temperaturabhängig oder abhängig von mechanischen Randbedingungen wie Druck oder Spannung ist.

Auch können auf diese Weise nicht nur Temperatursensoren, sondern in ähnlicher Weise auch Drucksensoren, Feuchtigkeitssensoren oder chemische, energieautark fernabfragbare Sensoren realisiert werden. Im Prinzip ist

jedes passive Sensorelement geeignet, mit dem man das Modulationssignal MSig in charakteristischer Weise verändern kann. Natürlich muss man das Modulationssignal MSig auch nicht ausschließlich als Träger für die Sensorinformation dienen, sondern es kann zusätzlich, wie schon oben dargestellt wurde, selbst auch Sensorinformationen tragen.

Bei der Darstellung der Ausführung in Figur 4 wurde davon ausgegangen, dass die Beschaffenheit wie z.B. die spektrale Verteilung der Wechselgröße WSig bekannt ist. Hiervon kann allerdings nicht immer ausgegangen werden. Folglich ist es nicht immer möglich, mit einer so einfachen Ausführung wie in Figur 4 exakte Messdaten zu bestimmen bzw. zu übertragen. Figur 5 zeigt eine Ausführung, die dieses Problem löst.

Angedeutet ist hier, dass die Wechselgröße WSig z.B. durch ein Piezoelement PE aus einer mechanischen Wechselgröße abgeleitet wird. Wesentlich bei der Ausführung ist, dass das Wechselsignal WSig in zumindest zwei Pfade aufgespaltet und auf diesen Pfaden unterschiedlich weiterverarbeitet wird. Zur Realisierung eines Temperatursensors kann der Backscatter-Transponder EAMBT z.B. in jedem Pfad ein temperaturabhängiges Filternetzwerk TFNW1 bzw. TFNW2 aufweisen. Diese Filternetzwerke können z.B., so wie zuvor schon beschrieben wurde, als frequenzbestimmendes Filter, Laufzeitglied, Phasenschieber oder Dämpfungsglied ausgeführt sein.

Entscheidend ist, dass die Beeinflussung, die TFNW1 und TFNW2 auf die Wechselgröße WSig angewendet hervorrufen, in charakteristischer Weise unterschiedlich von der Messgröße - also hier der Temperatur Temp - abhängig sind. Die resultierenden unterschiedlich beeinflussten Modulationssignale MSig1 und MSig2 werden dann nach dem zuvor beschriebenen Abfrageprinzip auf getrennten Kanälen, z.B. über getrennte Frequenzbänder zu getrennten Basisstationen BS1 und BS2, übertragen und werden dort, wie zuvor dargestellt wurde, als Signale MSig1' und MSig2'

rekonstruiert. Die Signal-Vergleich-und-Auswerteeinheit SVAE, kann dann basierend auf den bekannten Eigenschaften von den Filternetzwerken TFNW1 und TFNW2 den Temperaturmesswert Temp und/oder ein Abbild der Wechselgröße WSig ableiten.

5 Vorzugsweise umfasst die Signal-Vergleich-und-Auswerteeinheit SVAE hierzu einen Prozessor. Die Grundidee der Ausführung besteht also darin, die Messgröße nicht mehr direkt aus absoluten Merkmalsgrößen eines Signals, sondern aus einem
10 relativen Vergleich zwischen zumindest zwei Signalen MSig1' und MSig2' abzuleiten. Hierdurch kann sehr viel besser verhindert werden, dass die möglicherweise wechselnden und unbekannten Eigenschaften der Wechselgröße WSig die Auswertung und die Ableitung der Messgröße stören.

15 Werden die Filternetzwerke TFNW1 und TFNW2 z.B. als temperaturabhängige Laufzeitglieder ausgelegt, wobei sich die Laufzeitdifferenz zwischen den beiden Signalwegen mit der Temperatur charakteristisch ändern soll, so kann z.B. der
20 Laufzeitunterschied der Signale MSig1' und MSig2', der dann ein Maß für die Temperatur darstellt, leicht mit Hilfe einer Kreuzkorrelation zwischen MSig1' und MSig2' bestimmt werden. Die Lage des Maximums der Kreuzkorrelation wäre hier z.B. ein Maß für die Temperatur. Bei Verwendung von
25 temperaturabhängigen Phasenschiebe-Elementen in TFNW1 und TFNW2 könnte auch ein einfacher analoger oder digitaler Phasenkomparator eine vergleichbare Funktion übernehmen.

Die dargestellte Ausführung stellt nur eine mögliche Variante
30 dar. Wie schon oben dargestellt wurde, können auf dieselbe Art natürlich auch andere Messgrößen bestimmt werden. Auch wäre es denkbar, die Aufteilung in zumindest zwei Pfade nicht erst in der Ebene der messwertabhängigen Filternetzwerke durchzuführen, sondern gleich zumindest zwei getrennte
35 Energiewandler zu verwenden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit

- einem Wandler zum Wandeln von Umgebungsenergie in eine Wechselgröße,
- einem Reflektor, der über die Wechselgröße modulierbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Reflektor ein Reflektor für ein elektromagnetisches Signal ist, insbesondere für ein Hochfrequenzsignal.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorrichtung eine Antenne aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorrichtung ein Backscatter-Transponder ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorrichtung eingerichtet ist, um eine Messgröße zu messen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Wandler die Umgebungsenergie in Abhängigkeit einer Messgröße in die Wechselgröße wandelt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6,

dass die Vorrichtung Mittel aufweist, um die Wechselgröße in Abhängigkeit einer Messgröße zu beeinflussen.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch

Mittel zum Erzeugen einer ersten Wechselgröße und einer zweiten Wechselgröße.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

- 5 dadurch gekennzeichnet,
dass die erste und die zweite Wechselgröße abgeleitete Wechselgrößen sind, zum Erzeugen der ersten und der zweiten Wechselgröße eine ursprüngliche Wechselgröße aufspaltbar ist und nach der Aufspaltung die erste und die zweite
10 Wechselgröße unterschiedlich durch eine Messgröße beeinflussbar sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8,
gekennzeichnet durch

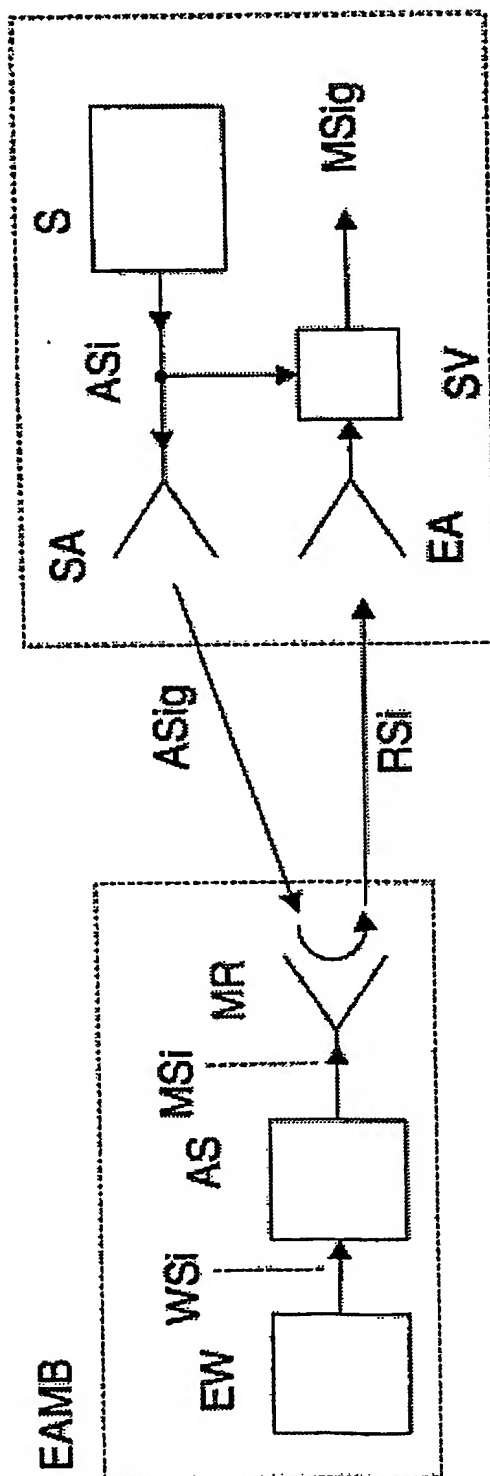
- 15 einen zweiten Wandler zum Erzeugen der zweiten Wechselgröße.

11. Verfahren, bei dem

- mit einem Wandler Umgebungsenergie in eine Wechselgröße gewandelt wird,
- 20 - über die Wechselgröße ein Reflektor moduliert wird.

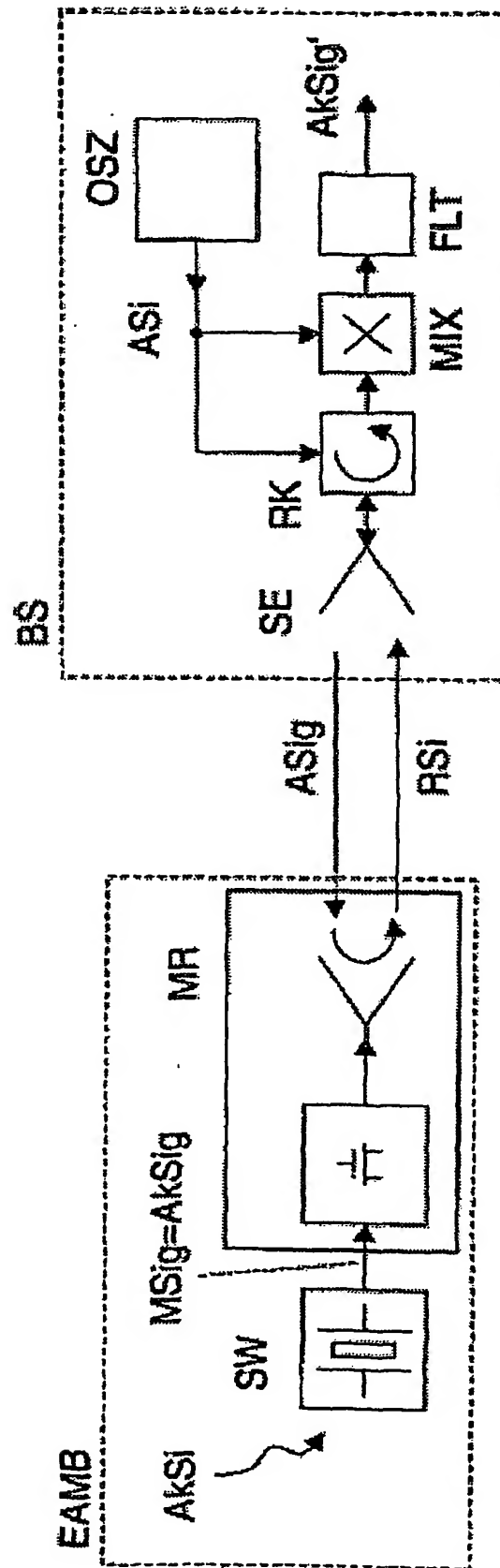
1/5

FIG 1



2/5

FIG 2A



3/5

FIG 2B

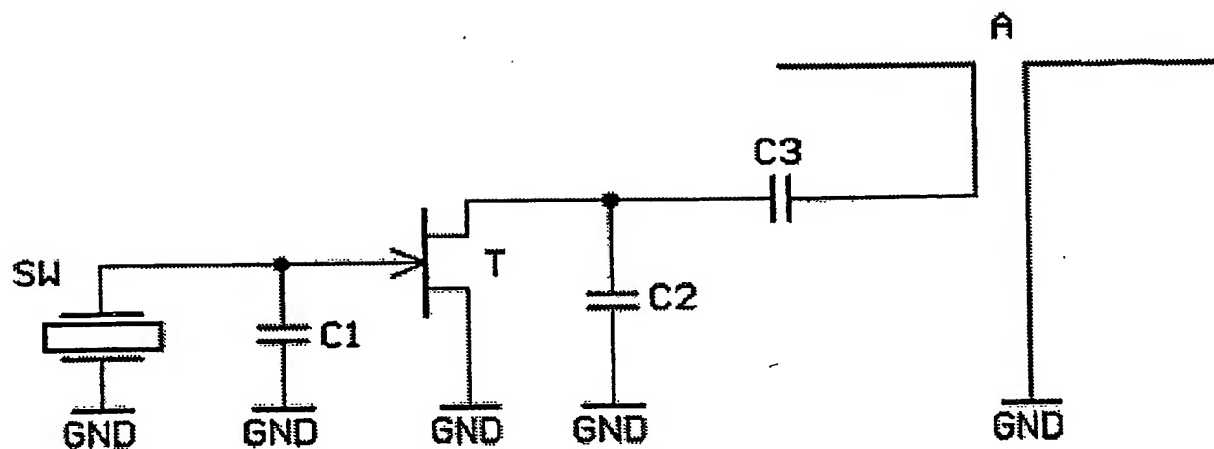


FIG 3

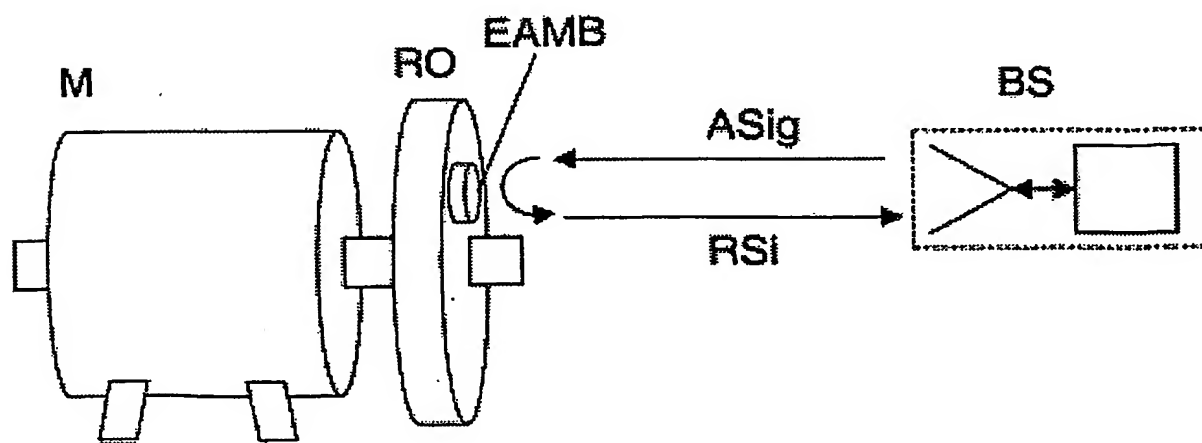
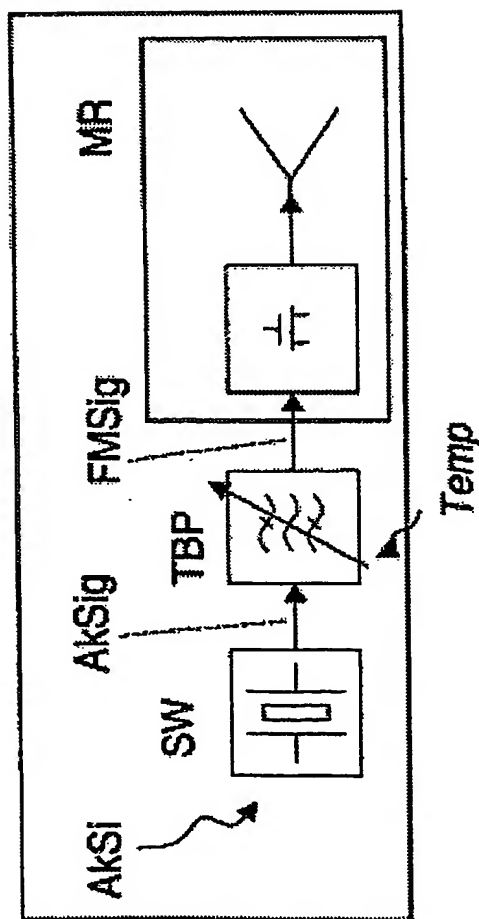


FIG 4

EAMB



4/5

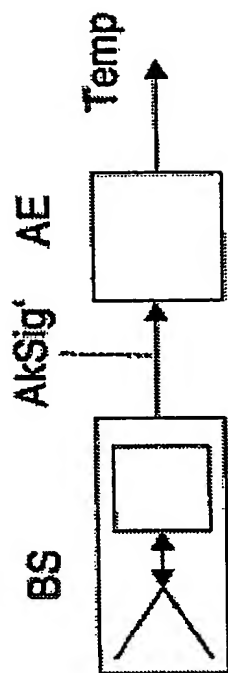
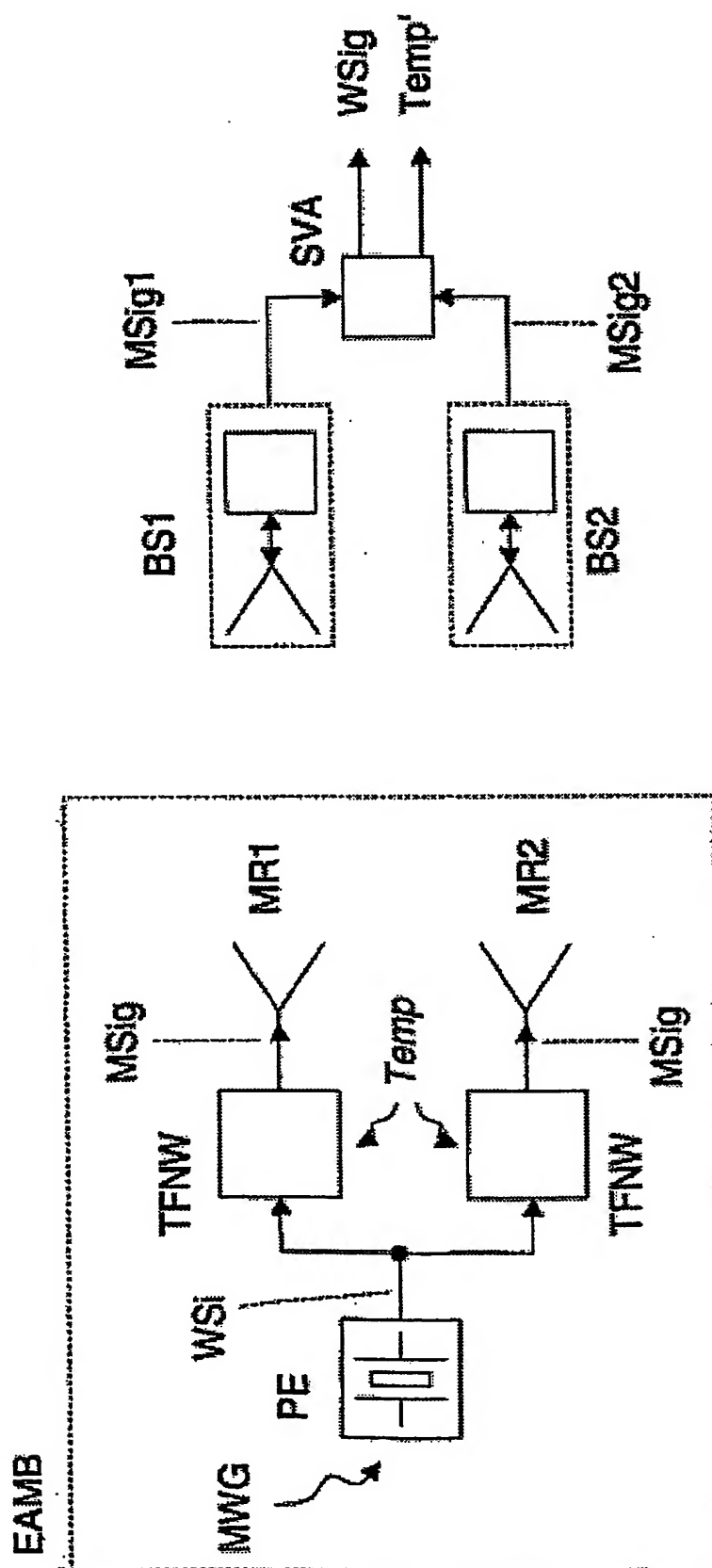


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/D/2003/02613

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01Q1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q H03C G08B G01S G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02 056457 A (UNIV CALIFORNIA) 18 July 2002 (2002-07-18) page 8, line 14 -page 13, line 11 figures 1,2 abstract	1-6, 11
A	US 4 646 066 A (IQBAL ZAFAR ET AL) 24 February 1987 (1987-02-24) column 3, line 17 - line 33 figures 1,2 abstract	1-7, 11
A	DE 22 56 926 A (SCHOMANDL KG) 30 May 1974 (1974-05-30) page 6, line 14 -page 7, line 3 figure 1	1-4, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 November 2003

Date of mailing of the international search report

25/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Walter, S-U

Information on patent family members

International Application No

PCT/03/02613

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 02056457	A	18-07-2002	US	2002128052 A1	12-09-2002
			WO	02056457 A1	18-07-2002
US 4646066	A	24-02-1987	EP	0276335 A1	03-08-1988
DE 2256926	A	30-05-1974	DE	2256926 A1	30-05-1974

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/D/03/02613

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01Q1/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01Q H03C G08B G01S G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02 056457 A (UNIV CALIFORNIA) 18. Juli 2002 (2002-07-18) Seite 8, Zeile 14 -Seite 13, Zeile 11 Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	1-6, 11
A	US 4 646 066 A (IQBAL ZAFAR ET AL) 24. Februar 1987 (1987-02-24) Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 33 Abbildungen 1,2 Zusammenfassung	1-7, 11
A	DE 22 56 926 A (SCHOMANDL KG) 30. Mai 1974 (1974-05-30) Seite 6, Zeile 14 -Seite 7, Zeile 3 Abbildung 1	1-4, 11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

3. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

von Walter, S-U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/D/8/02613

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02056457	A	18-07-2002	US WO	2002128052 A1 02056457 A1	12-09-2002 18-07-2002
US 4646066	A	24-02-1987	EP	0276335 A1	03-08-1988
DE 2256926	A	30-05-1974	DE	2256926 A1	30-05-1974